

Recherches sur la structure du tégument séminal de la graine d'arachide et son influence sur la pénétration de l'*Aspergillus flavus*

CH. ZAMBETTAKIS (1) et A. BOCKELEE-MORVAN (2)

Résumé. — Le tégument séminal de la graine d'arachide joue un rôle important dans la résistance à la contamination par l'*Aspergillus flavus*. L'examen de la surface du tégument séminal au microscope électronique à balayage et de coupes transversales au microscope photomique a été effectué pour 36 variétés d'arachide et montre une très grande diversité dans la structure de ce tégument. Ces variétés peuvent être classées selon un certain nombre de caractères qui pourraient avoir une importance dans la résistance à la pénétration du champignon dans la graine d'arachide : importance de la couche cireuse, jonction entre les cellules épidermiques, épaisseur des parois cellulaires, présence de cassures ou de décollements de l'assise épidermique.

Mots clés : Arachide, Tégument, Résistance aux champignons, *Aspergillus flavus*, Cires.

I. — INTRODUCTION

L'*Aspergillus flavus* est un champignon imparfait [14, 15] qui se développe (parmi d'autres substrats) sur les gousses et les graines d'arachide, aussi bien avant la récolte que pendant le séchage. Cet adélomycète sécrète des aflatoxines, substances considérées comme étant hautement cancérigènes. Ces aflatoxines peuvent contaminer les tourteaux après extraction de l'huile (celle-ci après raffinage est indemne) et présentent un danger pour la population des pays producteurs où la graine d'arachide constitue une ressource vivrière importante.

Des procédés chimiques ou physiques existent actuellement qui permettent d'éliminer l'aflatoxine des tourteaux ou d'éliminer les graines contaminées [1]. Toutefois leur mise en œuvre est coûteuse et difficile à généraliser. La sélection de variétés résistantes ou peu sensibles, qui pourraient être rapidement diffusées aux producteurs d'arachide, constituerait un progrès important [5].

Les études qui ont été entreprises au Muséum d'Histoire Naturelle en liaison avec l'I. R. H. O. (3) ont porté sur l'étude biologique du champignon [15, 17, 18], sur les modalités de la contamination dans le sol et l'influence de la sécheresse [19] et sur les différences de sensibilité de variétés de provenances diverses [16].

La recherche des facteurs qui interviennent dans cette différence de sensibilité variétale nous a conduits à l'étude de la structure de la coque et du tégument séminal.

En ce qui concerne la coque, il semble que l'étendue superficielle plus importante du schérenchyme chez certaines variétés (par rapport au plectenchyme) rend plus difficile l'installation de l'*Aspergillus flavus* à la surface des gousses [16].

Dans nos expériences, indépendamment des facteurs biologiques et climatiques qui interviennent, le taux d'infection des graines d'arachide est apparu comme dépendant de la variété et lié à la structure du tégument séminal, à son état de maturation, à la couche de

cellules épidermiques, à la cire existant à sa surface, etc...

Ceci nous a conduit à étudier le tégument séminal de 36 variétés d'arachide, par examen de la surface au microscope électronique à balayage (M. E. B.) et de coupes au microscope photomique (M. P. H.).

II. — LA GRAINE D'ARACHIDE ET SA SENSIBILITÉ A L'*ASPERGILLUS FLAVUS*

Les graines sont formées d'un tégument séminal mince, d'un embryon composé de deux cotylédons et d'un axe droit, contrairement aux autres légumineuses chez lesquelles il est généralement en crosse. Cet axe comprend un épicotyle à trois bourgeons contenant déjà les éléments de six à huit feuilles et une radicule massive [2].

Une à quatre graines sont enfermées à l'intérieur de la gousse. Les dimensions des graines mûres sont limitées par les dimensions de la gousse ; ce mode de fructification fournit pour les graines une meilleure aération à maturité (grâce à l'absence de différenciation des couches cellulaires du contour), une meilleure alimentation des faisceaux sur le côté des graines et permet à ces dernières d'être protégées mécaniquement par le mince tégument séminal.

Ces avantages deviennent des inconvénients quand un parasite pénètre dans la gousse.

Le tégument de la graine d'arachide diffère des téguments de graines de légumineuses, il n'a aucun rapport avec la structure de l'assise des prismes ou assise lumineuse. Nous pensons que certains caractères anatomiques et physico-chimiques des téguments séminaux font partie du mécanisme de défense des graines contre la pénétration de l'*Aspergillus flavus* car pour deux variétés différentes, montrant un taux identique de présence de ce parasite à l'intérieur des gousses, il y a des différences significatives à l'installation parasitaire sur les cotylédons à travers le tégument séminal.

La Prade et coll. [9] ont observé une accumulation ressemblant à de la cire sur la surface externe des téguments séminaux des graines.

Taber et Dieckert et coll. [13] ont relevé des différences concernant les dimensions et la forme du hile, la quantité de sécrétion cireuse cuticulaire, l'épaisseur des couches « palissadiques » et les dimensions et

(1) Maître de Recherche au C. N. R. S. Laboratoire de Cryptogamie du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris (L. A. 257 C. N. R. S.).

(2) Département Oléagineux Annuels, I. R. H. O. Paris.

(3) Dans le cadre du projet, Ministère du Développement Rural/F. E. D., de Développement de la culture de l'arachide de bouche dans le Sine-Saloum (Sénégal).

dispositions des cellules à l'intérieur de ces couches. Ainsi, par exemple les hiles des graines des lignées plus résistantes seraient d'après ces auteurs plus petits et fermés. Le hile n'a ni double épiderme, ni paquets d'hydrocytes comme chez le soja, il est bordé d'un repli tégumentaire recouvert par l'épiderme et par un parenchyme écrasé. Tous ces travaux montrent l'intérêt de connaître la structure du tégument séminal ses variations selon les variétés et son incidence probable sur la pénétration de l'*Aspergillus flavus*.

L'*Aspergillus flavus* ayant dépassé le tégument séminal, envahit les cotylédons et le germe, aussi facilement chez les variétés résistantes que sensibles car ces parties constituent une excellente substance nutritive. Nous avons toujours installé une colonie continue de ce champignon sur les cotylédons de toutes les variétés une fois les téguments séminaux enlevés.

Le tégument séminal est au contraire le plus souvent un barrage difficile à franchir pour ce parasite quand il est intact (sans cassures). Nous avons, en effet, maintes fois examiné le mode de pénétration soit du tube germinatif de spores, soit de mycélium isolé de cultures pures, à travers le tégument séminal.

III. — CARACTÈRES ANATOMIQUES DU TÉGUMENT SÉMINAL EN GÉNÉRAL

Le tégument séminal vu au cours du développement de la graine montre qu'il provient de la paroi de l'ovule. Il comprend trois types différents de cellules, un premier type concerne les cellules des vaisseaux, un autre type entoure immédiatement les faisceaux vasculaires et ces cellules servent principalement comme tissu conducteur ; elles sont petites avec un protoplasme dense et ont des noyaux relativement plus grands que ceux du type suivant. Un troisième type de cellules est celui qui, au début de la formation des graines, constitue le tissu parenchymateux et forme une enveloppe continue et épaisse autour de la graine. Ces cellules servent de tissu protecteur ; elles sont grandes, allongées et elles se différencient au moment de la maturation.

Cette différenciation aboutit à la formation d'une assise épidermique (externe) adaptée à une protection physico-chimique, tandis que tout le reste du paren-

chyme initial devient un tissu de protection mécanique avec des cellules comprimées les unes contre les autres et aplaties.

Le tégument séminal d'une graine mûre d'arachide se compose d'une assise épidermique externe et d'un parenchyme traversé par les faisceaux vasculaires (Fig. 1). Ces derniers subsistent à maturité, encastrés dans les couches intertégumentaires, aplaties. Hector [6] signale une différenciation du parenchyme vers l'intérieur, donnant naissance à une couche interne et à une couche nucellaire. Nous trouvons en effet selon la variété examinée des restes de ces couches dans certaines régions du tégument séminal ; les cellules ont une forme rectangulaire.

L'épiderme externe est constitué d'une seule couche de cellules polygonales à 3, 4 ou 5 côtés vues de la surface ou en coupe tangentielle ; en coupe transversale ces cellules sont plutôt quadrangulaires, en réalité elles ont la forme de pyramides tronquées disposées à l'envers. Les parois externes sont épaissies, avec la surface libre fortement cuticulée. Les parois latérales sont plus épaisses et « en franges » vers l'extérieur et leur épaisseur diminue progressivement au fur et à mesure qu'on approche des assises sous-jacentes. La paroi interne de ces cellules est mince et à notre avis presque toujours ridée. L'aspect de ces cellules est assez caractéristique pour qu'il suffise à la diagnose certaine des graines d'arachide ou de leurs tourteaux dans des mélanges. La cuticule de la surface libre des cellules de l'assise externe est formée par l'excrétion d'une substance cireuse. Ces dépôts cireux forment des vagues, des masses, des flots ou bien des plages entières sur la surface externe de chaque cellule du tégument séminal. Nous avons essayé de classer les 36 variétés examinées d'après la forme de ces dépôts cireux, comme nous l'exposons plus loin.

Souvent le parenchyme du tégument séminal se trouve décollé de l'assise épidermique qui à son tour se trouve souvent fissurée par endroits. Ces accidents ont pour nous une fréquence qui dépend de la variété car il y a des variétés dont le tégument séminal montre en coupe transversale une continuité constante et sans fissure.

On peut considérer que le tégument séminal se termine vers la face interne par une couche de cellules

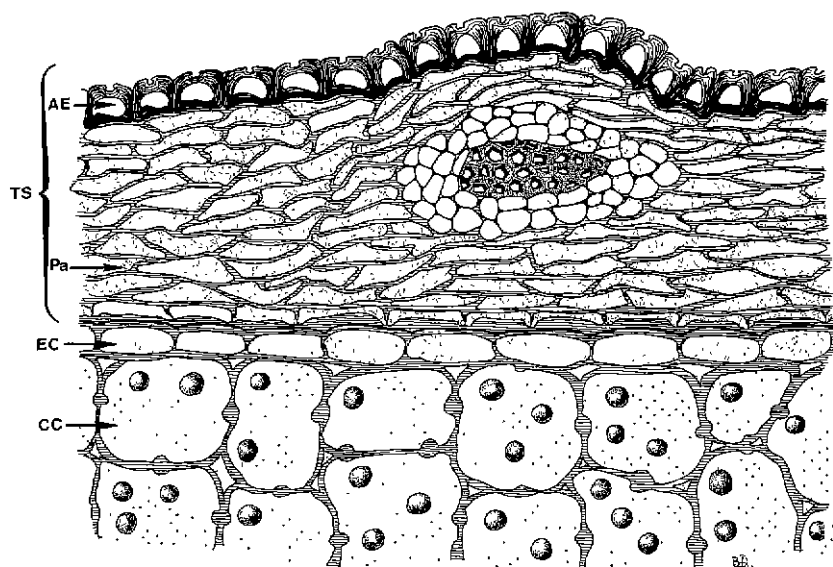


FIG. 1. — TS = tégument séminal ;
AE = assise épidermique ; Pa = tissu
parenchymateux ; EC = épiderme cotylédonnaire ; CC = cellules cotylédonaire.

parfois à contenu brun et à parois minces, qui constitue une sorte d'épiderme interne.

La couche nucellaire, signalée par certains auteurs [8], se trouve entre l'épiderme interne et le cotylédon et représente les restes du nucelle ; pour d'autres auteurs, elle est d'origine endospermique et ne fait pas partie du tégument séminal. Nous avons trouvé ces restes sur les images obtenues au M. E. B. et nous considérons effectivement ces éléments comme faisant partie de l'endocarpe. Le système vasculaire est issu d'un gros cordon libéro-ligneux qui, arrivé à la chalaze, s'épanouit en 8 à 12 faisceaux secondaires disposés en jet d'eau et irriguant tout le tégument séminal.

L'évolution de la formation des graines d'arachide a été suivie par Schenk [12] depuis l'enfoncement des jeunes fruits dans le sol jusqu'à leur maturité. Nous avons détecté l'*Aspergillus flavus* seulement à partir de la différenciation du tégument séminal, il n'y a pas de lésions mycosiques tant que ce tissu est un parenchyme homogène. Les infections commencent, pour nous, à partir du moment où le volume maximum de matière sèche est atteint. On peut suivre l'évolution du poids frais et sec, le contenu en protéines brutes et les modifications physiques des téguments séminaux au cours de leur développement [4, 12] et vérifier ainsi le moment où la sensibilité à l'infection peut être critique. Les téguments séminaux continuent à être charnus pendant le développement rapide des graines. Lorsque la graine atteint le pourcentage maximum d'huile, le tégument séminal commence à s'affaïssir et son poids frais diminue rapidement.

Le poids frais des téguments séminaux est affecté par l'état d'humidité du sol ce qui explique la sensibilité accrue des graines en cas de sécheresse en fin de cycle de culture [3, 7, 19]. Pour Schenk [12] le contenu des téguments séminaux en protéines brutes est maximal au maximum de matière sèche. La couleur du tégument séminal commence à se manifester à un moment propre à chaque variété [10, 11].

IV. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

La liste des 36 variétés examinées au M. E. B. et au M. P. H. figure au tableau I. Ces mêmes variétés sont utilisées dans d'autres expériences déjà réalisées [16] ou en cours et appartiennent à plusieurs types botaniques (Virginia Jumbo, Virginia rampante, Spanish, Valencia, Mani Pintar).

Des fragments du tégument séminal ont été métallisés sous vide selon la méthode classique (palladium-or) et examinés au M. E. B. 50 A (Jeol). Des photos ont été choisies aux grossissements 300, 1 000 et 10 000, dont certaines reproduites dans la figure 2.

Les coupes transversales de fragments de tégument séminal ont été effectuées au microtome à congélation (épaisseur 20 à 30 μ m) et montées dans du lactophenol pour examen au microscope photonique. Des coupes de toutes les variétés ont été dessinées à l'aide d'une chambre claire pour interprétation et mesures.

V. — EXAMEN DE LA SURFACE DU TÉGUMENT SÉMINAL

La figure 2 montre une grande diversité dans l'aspect des téguments séminaux des variétés examinées au

grossissement 1 000. L'examen au grossissement 10 000 permet de mieux préciser la profondeur de la cavité centrale et d'apprécier la jonction entre les cellules qui peut être apparemment étanche, deux cellules voisines adhérant étroitement entre elles, ou montrer un interstice profond ou « creux prononcé à l'adhérence » (Fig. 2).

Les variétés peuvent être classées en fonction des caractères suivants :

1) **Relief de la surface des cellules** de l'assise épidermique du tégument séminal :

— surface purement convexe : var. 1, 2, 3, 7, 8, 9, 13, 29, 30, 31, 32, 34 et 36 ;

— surface plus ou moins convexe : var. 17 ;

— surface concave : var. 5, 6, 10, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 et 33 ;

— surface très concave : var. 4, 11, 12, 20 et 35.

2) **Adhérence entre les cellules** de l'assise épidermique :

— creux prononcé à l'adhérence : var. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 34, 35 ;

— creux très prononcé à l'adhérence : var. 4, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 27, 29, 31, 32, 33, 36 ;

— absence de creux à l'adhérence : var. 17, 28.

3) **Forme et importance de la cavité centrale** :

— cavité nulle ou très légère : var. 1, 2, 3, 9, 31, 34 ;

— cavité petite, très allongée : var. 7, 8, 13, 29, 30, 32 ;

— cavité arrondie : var. 17 ;

— cavité atteignant un quart de la surface : var. 15, 18, 19, 23 ;

— cavité grande atteignant un tiers de la surface : var. 5, 6, 10, 14, 22, 24, 25, 26 et 36 ;

— cavité très grande : var. 4, 11, 12, 20, 33 ;

— cavité profonde : var. 16, 21, 27, 28 et 35.

4) **Aspect des bords des cellules** de l'assise épidermique :

— soulèvement des bords presque absent : var. 1, 2, 3, 9, 30, 31, 32 ;

— soulèvement prononcé vers le centre de la cellule : var. 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 16, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 32, 33, 34, 35 ;

— soulèvement très prononcé des éléments du bord de la cellule vers le centre : var. 4, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 23, 27.

5) **Stratification des éléments de la surface des cellules** de l'assise épidermique :

— éléments formant des stratifications rangées le long de la cellule : var. 5, 6, 7, 8, 13, 14, 16, 17, 21, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36 ;

— éléments non stratifiés : var. 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 28, 35.

Nous pensons qu'on peut classer les 36 variétés examinées en deux grands groupes : A = cellules épidermiques à surface convexe, B = cellules épidermiques à surface concave, mais le passage entre ces deux groupes et la prise en considération des autres caractères décrits ci-dessus (jonction entre les cellules, forme de la cavité centrale, forme du bourrelet et stratification des éléments creux), nous conduisent à classer finalement les variétés en 8 sous-groupes (Tabl. I) :

TABLEAU I. — Caractères du tégument séminal

Variétés	Type de l'assise épidermique	Paroi cell. externe			Décollement de l'assise		Cassures	
		mince	± épaisse	épaisse	Prés.	Abs.	Prés.	Abs.
1. Florunner	A1	+			+		+	
2. 273-2-15	A1	+			+			+
3. 55-437	A1	+				+		+
4. 28-206	B5	+				+		+
5. 47-16	B2	+				+		+
6. NC 17	B2	+				+	+	
7. GH 119-20	A2		+		+		+	
8. Tifton 8	A2	+			+		+	
9. Shulamit	A1		+			+	+	
10. UF 72-513	B4	+			+		+	
11. PI 337-394 P	B5		+		+			+
12. UF 72-103	B5		+		+			+
13. PI 337-409	A2		+		+		+	
14. FLA 393-9	B2			+	+			+
15. Darou IV	B1	+			+		+	
16. Florigiant	B3		+			+		+
17. 59-326	AB	+				+		+
18. EH 235-2-2	B1	+			+			+
19. EH 310-9	B1		+		+		+	
20. 58-664	B5	+			+			+
21. EH 303-4	B3		+			+	+	
22. EH 282 bis 2	B4	+				+	+	
23. R 295 b 1	B1	+				+	+	
24. EH 349 bis	B4	+			+		+	
25. EH 301-13	B4	+			+		+	
26. NC 5	B2		+		+			+
27. PI 343-319 (1)	B3		+		+			+
28. US 26	B3		+			+		+
29. EH 304 bis 16	A2	+				+		+
30. 756 A	A2			+		+	+	
31. FLA 393-6	A1		+		+		+	
32. 57-422	A1	+				+	+	
33. 70-112	B4		+			+	+	
34. 73-30	A1		+		+			+
35. 59-127	B5	+			+		+	
36. 73-33	A2		+			+	+	

(1) Tégument de couleur pie-rouge. Les caractères sont ceux de la partie rouge qui a, seule, une assise épidermique normale.

A1 (var. 1, 2, 3, 9, 31, 32, 34) : surface convexe avec creux à l'adhérence entre les cellules et légère cavité allongée centrale ou arrondie ;

A2 (var. 7, 8, 13, 29, 30, 36) : surface des cellules épidermiques convexe avec creux à l'adhérence entre les cellules et soulèvement des bords prononcé, surtout vers le centre, ce qui forme une cavité allongée. Les éléments cireux des surfaces des cellules épidermiques sont stratifiés ;

AB (var. 17) : surface plus ou moins concave avec léger creux à l'adhérence entre les cellules et soulèvement très prononcé des bords ; petites cavités centrales, avec stratification des éléments ;

B1 (var. 15, 18, 19, 23) : surface concave avec léger creux à l'adhérence entre les cellules et soulèvement très prononcé des bords des cellules ; cavité assez grande, allongée et sans stratification des éléments cireux de la surface des cellules ;

B2 (var. 5, 6, 14, 26) : surface concave des cellules

de l'assise épidermique, avec creux prononcé à l'adhérence et soulèvement assez marqué des bords ; cavité centrale assez grande, allongée, stratification des éléments de la surface des cellules ;

B3 (var. 16, 21, 27, 28) : surface des cellules de l'assise épidermique concave de forme souvent carrée avec peu de creux à l'adhérence et soulèvement prononcé des bords avec extension vers le centre, cavité centrale profonde, allongée, stratification des éléments cireux ;

B4 (var. 10, 22, 24, 25, 35) : surface concave des cellules de l'assise épidermique, avec creux à l'adhérence prononcé et soulèvement prononcé des bords des

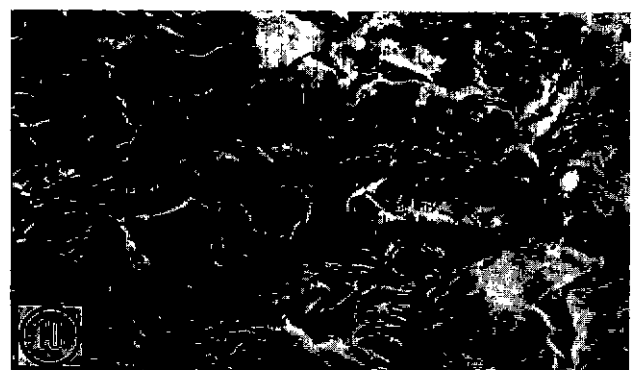
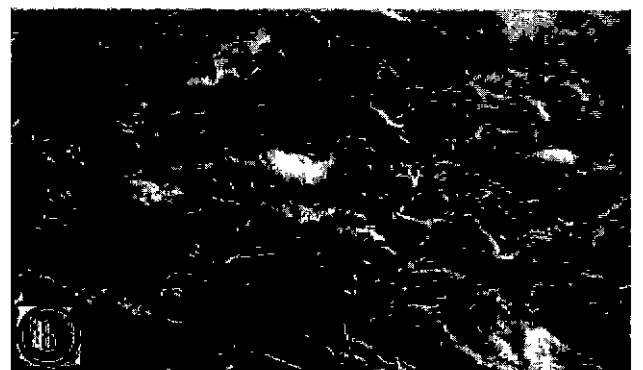
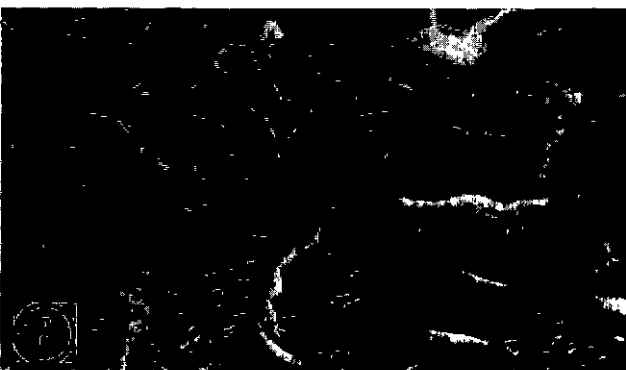
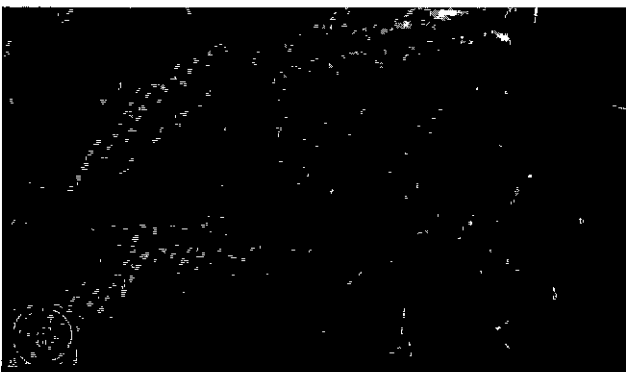
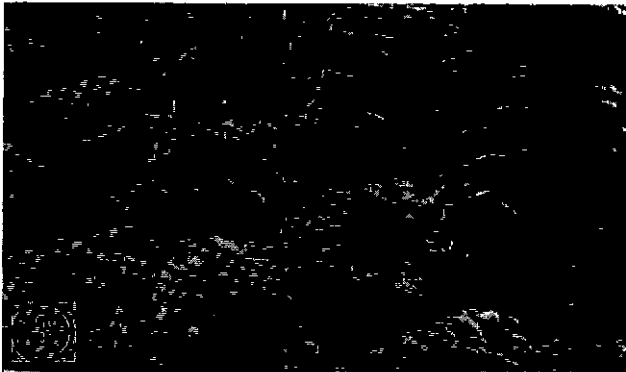
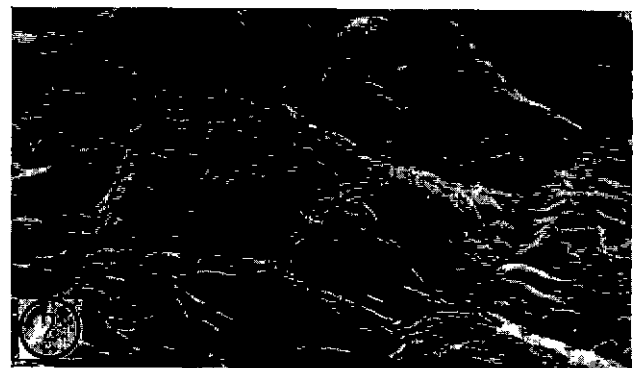
FIG. 2. — (1) à (36) : Vues au microscope électronique à balayage ($\times 1\,000$) de la surface du tégument séminal des 36 variétés d'arachide énumérées au tableau I. (37) à (40) : Détail des caractères :

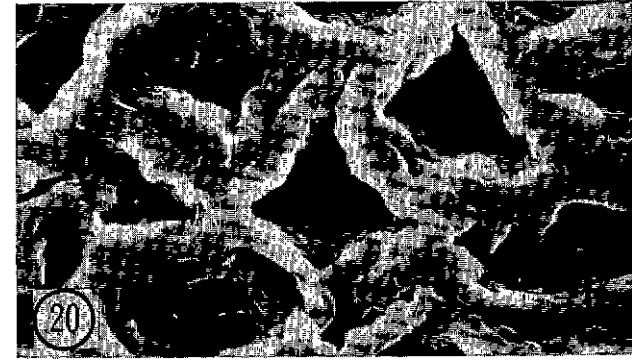
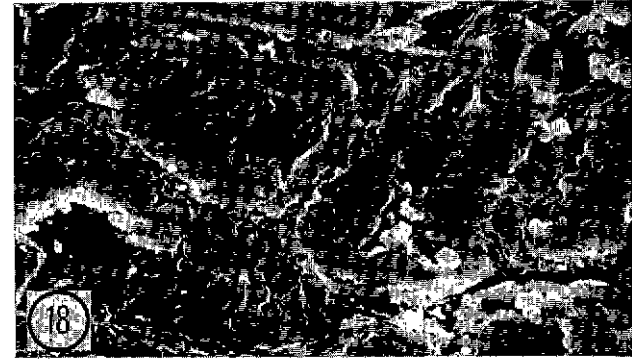
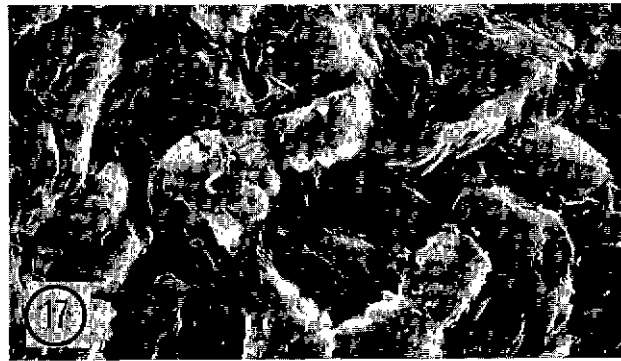
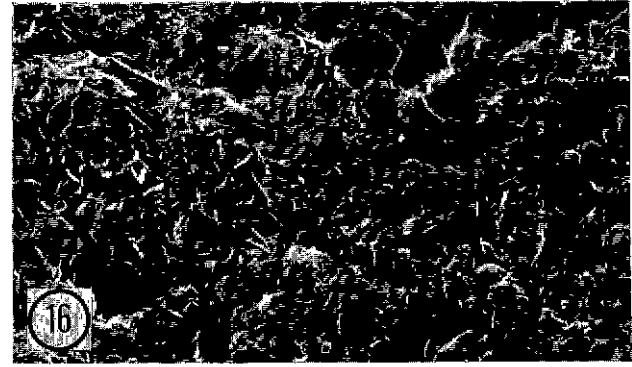
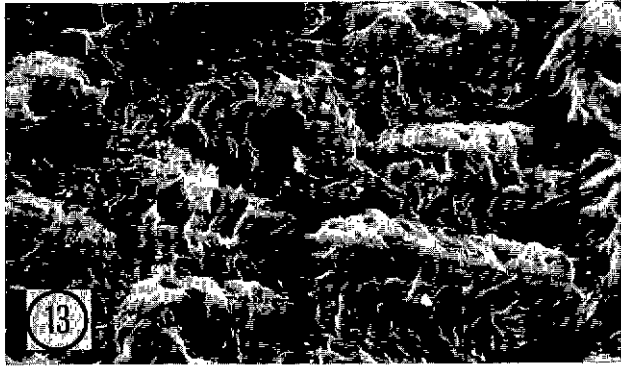
(37) = vue d'une cavité centrale ($\times 10\,000$) ;

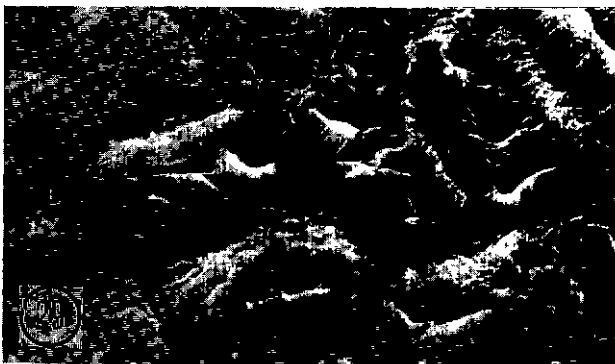
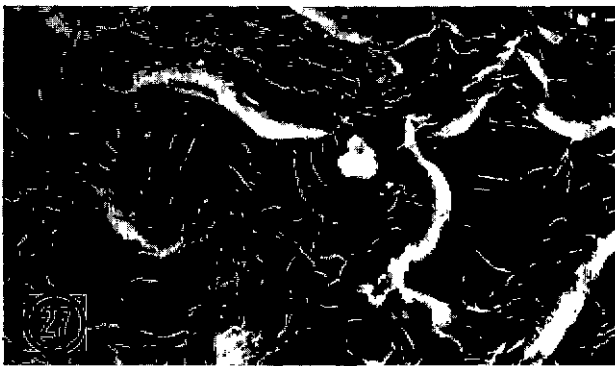
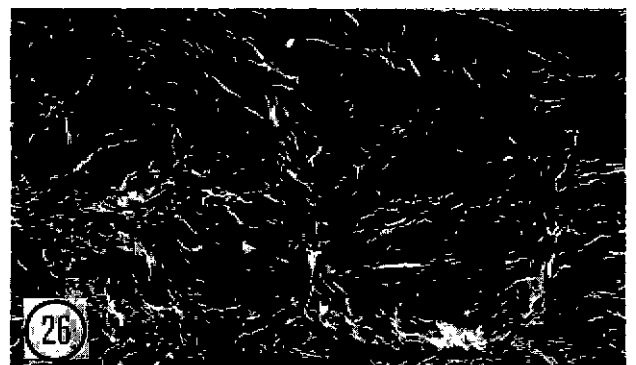
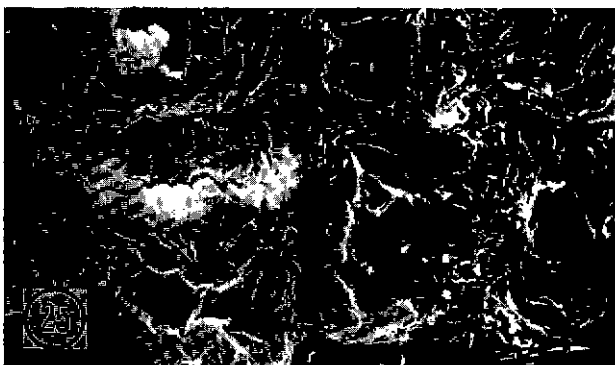
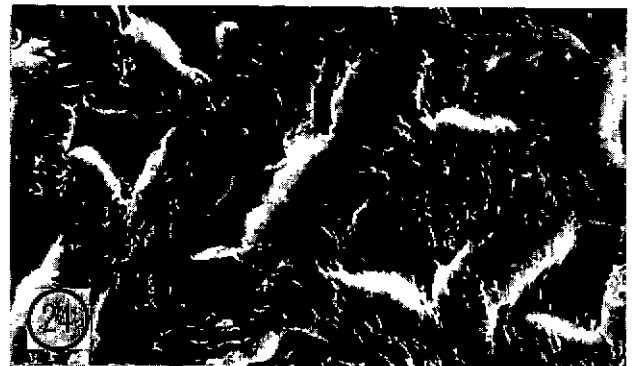
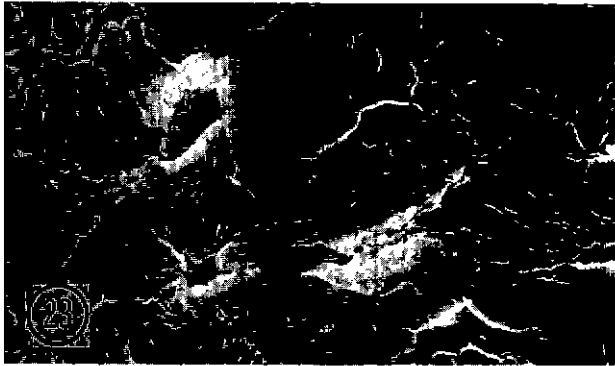
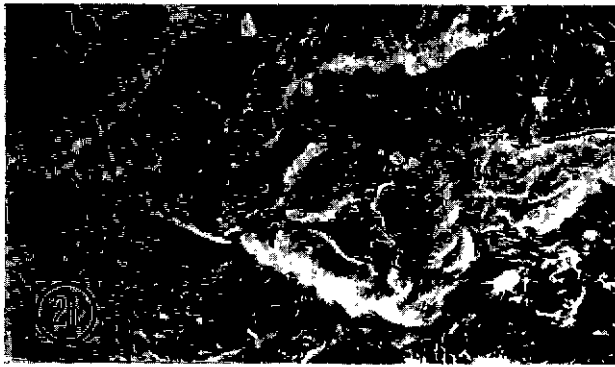
(38) = cellules superficielles de la partie blanche du tégument de la variété PI 343-319 ($\times 1\,000$) ;

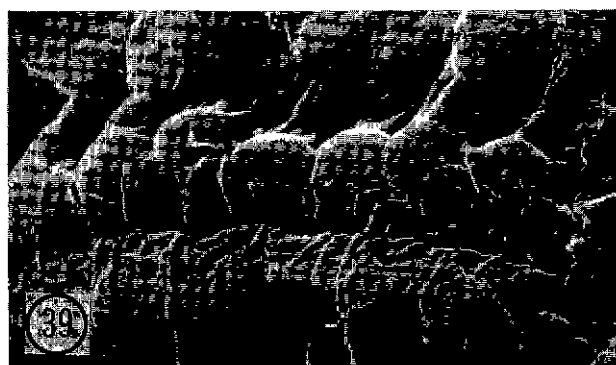
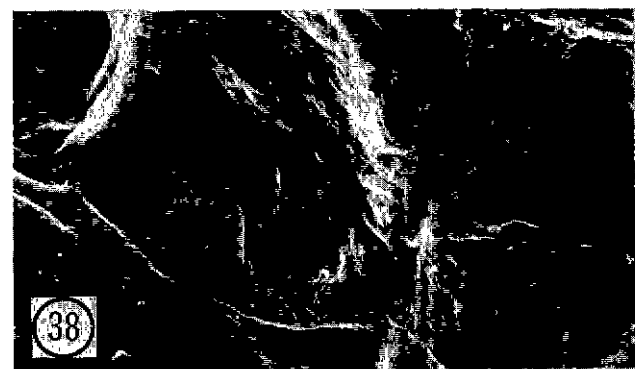
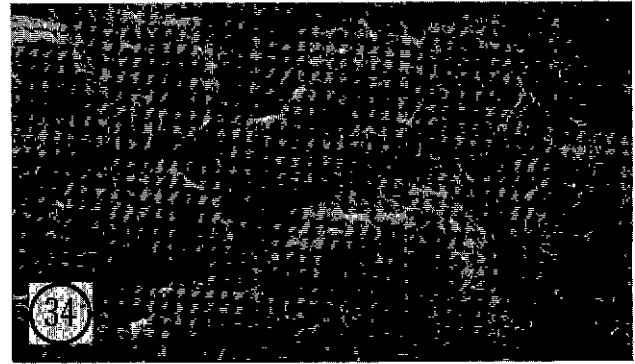
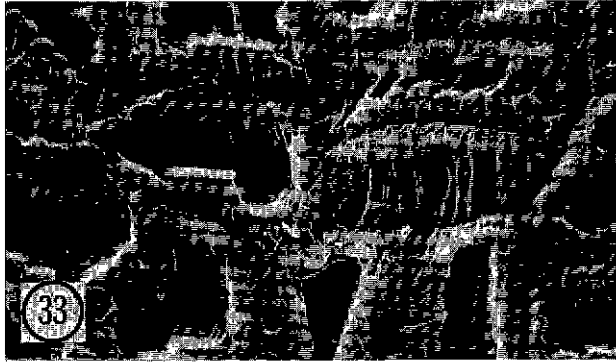
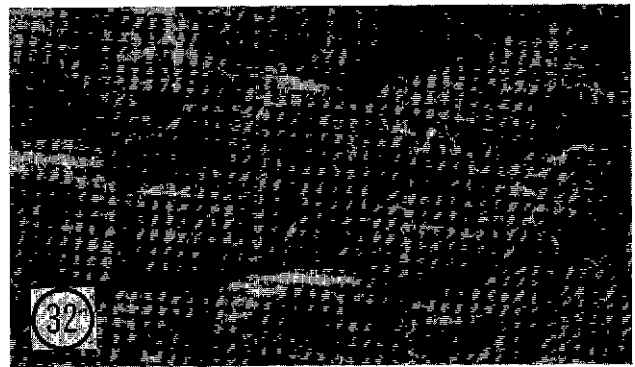
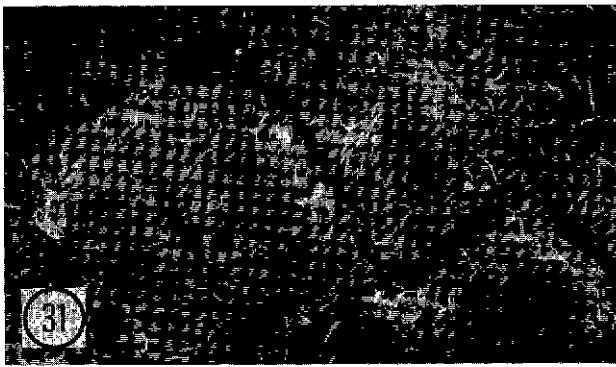
(39) = jonction entre deux cellules épidermiques, variété 70-112 ($\times 3\,000$) ;

(40) = face interne de la pellicule, variété 57-422 ($\times 1\,000$).









cellules ; cavité centrale grande, peu ou pas de stratification des éléments cireux de la surface des cellules ;

B5 (var. 4, 11, 12, 20, 33) : surface très concave des cellules de l'assise épidermique, avec peu de creux à l'adhérence et soulèvement très prononcé des bords vers le centre de la cellule ; cavité très grande et allongée.

L'observation du tégument séminal de ces diverses variétés montre deux niveaux sensibles pour la pénétration de l'*Aspergillus flavus* : soit la jonction entre les cellules si l'adhérence entre celles-ci n'est pas parfaite, soit la cavité centrale si elle existe. Les bords soulevés des cellules et les éléments cireux sont infranchissables pour le champignon. On pourrait formuler l'hypothèse que, pour certaines variétés, c'est la jonction des cellules qui paraît le point le plus favorable à la pénétration du champignon mais l'examen des coupes au microscope photonique nous fait rejeter cette hypothèse. Reste la cavité centrale comme possibilité d'envahissement et de pénétration du parasite. Afin de vérifier cette possibilité, nous avons entrepris l'étude de l'épaisseur du tégument séminal des graines pour toutes les variétés expérimentées.

Notons enfin qu'au cours de l'examen de l'assise épidermique du tégument séminal au M. E. B. nous avons découvert la présence de déchirures de la surface externe de ces cellules. Ces fentes sont dues, à notre avis, au choc subi pendant la métallisation et montrent la fragilité de certaines membranes. Même si ces cassures préexistent sur le tégument séminal, elles sont liées à la variété et, peut être, à des conditions de sécheresse lors de la maturation des graines. Si c'est le cas, ces fentes deviennent le facteur le plus important pour la pénétration de l'*Aspergillus flavus*.

VI. — EXAMEN DES COUPES TRANSVERSALES DU TÉGUMENT SÉMINAL

Les coupes ont été examinées au microscope photonique et dessinées, ce qui a permis de mesurer l'épaisseur des parois des cellules épidermiques :

- paroi externe au niveau de la cavité centrale,
- parois latérales au contact des cellules épidermiques voisines,
- paroi interne en contact avec l'assise des cellules sous-jacentes.

De cette étude, nous pouvons retenir trois éléments qui ont à notre avis une grande importance (Fig. 1).

1) Presque toutes les variétés montrent des parois latérales épaisses au niveau de l'adhérence avec les cellules épidermiques voisines. Ces épaississements proviennent d'éléments en forme de stolons rigides qui partent de la surface de contact commune avec les cellules voisines.

Ces épaississements laissent penser que la pénétration de l'*Aspergillus flavus* est impossible à ce niveau de l'adhérence entre les cellules.

Il y a, au contraire, un amincissement plus ou moins prononcé de la paroi cellulaire externe au niveau de la cavité centrale d'une part, et de la paroi interne en contact avec l'assise des cellules sous-jacentes, d'autre part.

2) Chez certaines variétés, l'assise de cellules épidermiques est décollée, par endroits, des assises sous-jacentes et la pénétration du champignon s'en trouve ainsi facilitée.

3) Chez certaines variétés, il existe de véritables cassures à la surface du tégument séminal qui sont des voies de pénétration aisées pour le champignon.

Nous avons récapitulé dans le tableau I les observations concernant ces points importants, effectuées pour les 36 variétés étudiées.

VII. — CONCLUSIONS

L'examen de la surface du tégument séminal au M. E. B. et de coupes transversales au M. P. H. montre une très grande diversité de structure de ce tégument pour les 36 variétés d'arachide étudiées.

Il permet de classer ces variétés selon un certain nombre de caractères qui pourraient avoir une importance dans la résistance plus ou moins grande que le tégument séminal oppose à la pénétration de l'*Aspergillus flavus* : importance de la couche cireuse, jonction entre les cellules épidermiques, épaisseur des parois cellulaires, présence de cassures ou de décollements de l'assise épidermique, etc...

Il conviendra de préciser, parmi ces caractères, lesquels sont effectivement reliés à une sensibilité moins grande à la contamination par le champignon et si ce sont des caractères variétaux transmissibles. C'est dans ce sens que des expérimentations sont poursuivies au laboratoire et au champ sur ces mêmes variétés, pour étudier les modalités de la contamination pendant la maturation de la graine et après la récolte. Il sera également nécessaire de répéter les observations et les expériences en les élargissant à un plus grand nombre de variétés d'arachide.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOCKELEEE-MORVAN A. et GILLIER P. (1974). — Essai d'élimination de l'aflatoxine de l'arachide par des méthodes physiques. *Oléagineux*, 29, (11), p. 513-516.
- [2] CHEVALIER A. (1936). — *Monographie de l'arachide*. Ed. Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.
- [3] DELASSUS M. (1971). — Bilan des travaux menés par l'I. R. A. T. sur l'aflatoxine. (Tr. ronéotypé) 4 p.
- [4] GARREN KH. (1966). — Peanut (groundnut) mycofloras and pathogenesis in peanut pod rot. *Phytopatholog. Z.*, 35, p. 359-367.
- [5] GILLIER P., BOCKELEEE-MORVAN A. (1975). — Sélection de l'arachide en vue de la résistance à la rosette et à l'*Aspergillus flavus*. *Compte rendu de la semaine d'étude Agriculture et Hygiène des Plantes*, Gembloux, Sept. 1975, p. 47-52.
- [6] HECTOR J. M. (1936). — *Arachis hypogaea* L. Earth-nut or peanut, p. 658-665. In *Introduction to the botany of field crops*, 11, Central New Agency LTD, Johannesburg, South Africa.
- [7] JACKSON C. R. (1967). — Some effects of drying conditions on development of aflatoxins in peanuts. *Phytopathology*, 57, 1270-1271.
- [8] KUBICEK J. M. et BANKS D. J. (1972). — Observations on the development of endosperm in peanuts. *Am. Peanut Res. and Educ. Assoc. Inc.*, 4, (1), 213.
- [9] LAPRADE J. C., BARTZ J. A., NORDEN J. J. et DEMUYNK T. J. (1973). — Correlation of peanut seed-coat surface wax accumulations with tolerance to colonization by *Aspergillus flavus*. *Am. Peanut Res. and Educ. Assoc. Inc.*, 5, (1), p. 89-94.

- [10] PICKETT T. A. (1950). — Composition of developing peanut seed *Plant Physiol.*, **25**, p. 210-224.
- [11] REED E. L. (1924). — Anatomy, embryology, and ecology of *Arachis hypogaea*, *Bot. Gaz.*, **78**, p. 289-312.
- [12] SCHENK R. U. (1961). — Development of the peanut fruit. *Georgia Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. N. S.*, **22**, p. 1-53.
- [13] TABER R. A., PETIT R. E., BENEDICT C. R., DIECKERT J. W. et KETRING D. L. (1973). — Comparison of *Aspergillus flavus* tolerant and susceptible peanut lines, 1, Light microscop investigation, *Am. Peanut Res. and Educ. Assoc. Inc.*, **5**, (1), p. 206-207.
- [14] ZAMBETTAKIS C. (1970). — *Aspergillus flavus* Link., *Revue de Mycol.*, **22**, p. 1-7.
- [15] ZAMBETTAKIS C. (1973). — Recherches sur la destruction des spores d'*Aspergillus flavus* dans les tourteaux d'arachide par le Thiabendazole, *Ass. Fr. Av. des Sciences*, Congrès 1973.

- [16] ZAMBETTAKIS C. (1975). — Etude de la contamination de quelques variétés d'arachide par l'*Aspergillus flavus*. *Oléagineux*, **30**, (4), p. 161-167.
- [17] ZAMBETTAKIS C. (1975). — Recherches sur la résistance variétale de l'arachide à l'infection par l'*Aspergillus flavus*, Champignon phytopathogène et cancérigène pour les Vertébrés, *Ass. Fr. Avanc. Des Sciences*, 94^e Congrès, C. R. p. 1-12, Bruxelles 1975.
- [18] ZAMBETTAKIS C. (1975). — Recherches sur la désinfection des arachides et des tourteaux parasités par l'*Aspergillus flavus*, Champignon parasite et cancérigène et méthodes culturales, *Revue des Industries Alimentaires*, C. R. du Congrès Intern. de 1974, p. 195-199.
- [19] ZAMBETTAKIS C. (1975). — Influence de l'eau sur la résistance des variétés d'arachide aux attaques de l'*Aspergillus flavus*, parasite des graines, *Ass. Fr. Soc. Savantes*, C. R. du 100^e Congrès (mars 1975), p. 227-238.

SUMMARY

Research on the structure of the groundnut seed coat and its influence on the penetration of *Aspergillus flavus*.

Ch. ZAMBETTAKIS and A. BOCKELEEE-MORVAN, *Oléagineux*, 1976, **31**, n° 5, p. 219-228.

The groundnut seed coat plays an important part in resistance to contamination by *Aspergillus flavus*. An examination of the surface of the seed coat by electron scan microscope and of transversal sections by photonic microscope was carried out on 36 varieties of groundnuts, and showed great diversity in the structure of this integument. These varieties can be classified according to a certain number of characters which may have their importance in resistance to the penetration of the fungus into the seed : size of the wax layer, junction between the epiderm cells, thickness of cell walls, presence of cracks or detachment of the epidermal foundation.

RESUMEN

Investigaciones sobre la estructura del tegumento seminal de la semilla de maní, e influencia en la penetración del *Aspergillus flavus*.

Ch. ZAMBETTAKIS y A. BOCKELEEE-MORVAN, *Oléagineux*, 1976, **31**, n° 5, p. 219-228.

El tegumento seminal de la semilla de maní tiene una importante función en la resistencia a la contaminación por *Aspergillus flavus*. El examen de la superficie del tegumento seminal con microscopio electrónico de exploración, y el de cortes transversales con microscopio de fotones efectuado sobre 36 variedades de maní, muestra una gran diversidad en la estructura de dicho tegumento. Se puede clasificar dichas variedades con base en cierto número de caracteres que podrían tener importancia en la resistencia a la penetración del hongo en la semilla de maní : importancia de la capa cerosa, unión entre las células epidérmicas, espesor de las paredes celulares, presencia de rompimientos o de desprendimientos de la capa epidérmica.

CONTENEURS

AGRÉÉS ROUTIERS FERROVIAIRES
ET MARITIMES
SCELLEMENT DOUANIER

POUR LE TRANSPORT
DE TOUS LIQUIDES

ALIMENTAIRES : VINS, HUILES, ALCOOLS...
INDUSTRIELS - INFLAMMABLES
CAPACITÉ 12 - 14 - 16 - 24 HL



REVÊTEMENT INTÉRIEUR ADAPTÉ AU PRODUIT TRANSPORTÉ
ÉQUIPEMENT DE VIDANGE : GRAVITÉ, ASPIRATION, REFOULEMENT
RÉCHAUFFEURS, ROBINETTERIE, SÉCURITÉS SUR DEMANDE

SAFRAP

Z. I. DU MENNETON - BP 230 37008 TOURS CEDEX FRANCE
TÉLÉPHONE (47) 20.36.32 - TELEX 750061